



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 45 763 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 C 6/18**  
F 02 C 7/12

⑲ Aktenzeichen: 198 45 763.4  
⑳ Anmeldetag: 5. 10. 98  
㉔ Offenlegungstag: 16. 12. 99

**DE 198 45 763 A 1**

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Bähr, Siegfried, 91330 Eggolsheim, DE

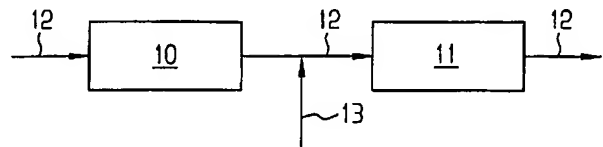
⑤⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 36 35 707 C2  
DE 29 26 366 C2  
DE 44 42 918 A1  
GB 13 17 992  
EP 05 79 061 A1  
JP 07-2 17 448 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine mit nachgeschaltetem Abgassystem und Gasturbine mit einem nachgeschalteten Abgassystem

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine (10) mit einem nachgeschalteten Abgassystem (11) sowie eine derartige Gasturbine (10). Erfindungsgemäß ist zwischen der Gasturbine (10) und dem Abgassystem (11) die Zufuhr eines Kühlmittels (13) zum Absenken der Temperatur der Abgase vorgesehen. Hierdurch kann das nachgeschaltete Abgassystem (11) auf niedrigere Temperaturen ausgelegt werden, während die Gasturbine (10) mit hohen Temperaturen betrieben wird.



**DE 198 45 763 A 1**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine mit einem nachgeschalteten Abgassystem, insbesondere mit einem Bypasskamin und einem Abhitzedampferzeuger, sowie eine derartige Gasturbine.

Gasturbinen nutzen die Entspannung eines verdichteten und erhitzten Gases zur Erzeugung mechanischer Arbeit, die anschließend über einen Generator in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Die aus der Gasturbine austretenden Abgase weisen eine wesentlich höhere Temperatur als die Umgebung auf. Dieser Temperaturunterschied wird in einem nachgeschalteten Abgassystem zur weiteren Energieerzeugung genutzt. Es bietet sich insbesondere an, die Abgase der Gasturbine zur Dampferzeugung einzusetzen. Dieser Dampf treibt eine nachgeschaltete Dampfturbine an, die wiederum zur Stromerzeugung genutzt wird. Alternativ oder zusätzlich kann die in den aus der Gasturbine austretenden Abgasen enthaltene Wärmeenergie über einen oder mehrere Wärmetauscher rückgewonnen (innerer Wärmetausch) oder zu Heizzwecken verwendet werden.

Der Wirkungsgrad einer Gasturbine steigt mit einer Erhöhung der Eintrittstemperatur des Gases in die Gasturbine an. Allerdings führt diese Erhöhung der Eintrittstemperatur auch zu einer erhöhten Austrittstemperatur der Abgase aus der Gasturbine. Das nachgeschaltete Abgassystem muß daher bei einer Steigerung der Eintrittstemperatur des Gases ebenfalls auf höhere Temperaturen ausgelegt werden. Bei der Erstellung von Neuanlagen verteilen sich daher die einzelnen Komponente des Abgassystems. Bereits vorhandene Komponenten des Abgassystems können bei der Erüchtigung von Altanlagen auf Grund der erhöhten Austrittstemperatur der Abgase nicht mehr genutzt werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine mit einem nachgeschalteten Abgassystem sowie eine Gasturbine mit einem nachgeschalteten Abgassystem bereit zustellen, die trotz hoher oder erhöhter Eintrittstemperatur der Gase in die Gasturbine eine unzulässig hohe Temperatur der Abgase in dem nachgeschalteten Abgassystem verhindern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß den Abgasen zwischen der Gasturbine und dem Abgassystem ein Kühlmittel zum Absenken der Temperatur der Abgase zuge-mischt wird.

Durch das Zumischen des Kühlmittels wird die Temperatur der Abgase vor dem Eintritt in das nachgeschaltete Abgassystem gesenkt. Bei der Erstellung von Neuanlagen ist somit die Verwendung kostengünstiger Bauteile möglich, die nicht auf Spitzentemperaturen ausgelegt sein müssen. Bei der Erüchtigung von Altanlagen kann das vorhandene nachgeschaltete Abgassystem beibehalten werden, so daß sich die Kosten für die Erüchtigung verringern. Der Gesamtwirkungsgrad der Gasturbine und des nachgeschalteten Abgassystems wird durch das Zumischen des Kühlmittels praktisch nicht beeinflußt. So sinkt zwar die Temperatur der Abgase wunschgemäß ab, was allerdings durch die entsprechende Erhöhung des Massenstroms auf Grund des Zumischens des Kühlmittels wieder weitestgehend ausgeglichen wird. Die dem nachgeschalteten Abgassystem insgesamt zugeführte Wärmemenge bleibt, von geringfügigen Verwirbelungsverlusten abgesehen, unverändert. Es läßt sich somit der Wirkungsgrad durch eine Erhöhung der Eintrittstemperatur der Gase steigern, ohne daß hohe Investitionen in das nachgeschaltete Abgassystem erforderlich sind.

Vorteilhaft wird die Menge des zugeführten Kühlmittels in Abhängigkeit von der Leistung der Gasturbine festgelegt. Die Austrittstemperatur der Abgase aus der Gasturbine

hängt von der Leistung ab, so daß bei geringer Leistung auch vergleichsweise niedrige Austrittstemperaturen vorliegen. Somit muß erst ab einer bestimmten Grenzleistung Kühlmittel zugeführt werden. Eine Erfassung der Austrittstemperatur der Abgase ist nach erfolgter Grundeinstellung nicht mehr erforderlich.

Alternativ oder zusätzlich kann die Menge des zugeführten Kühlmittels in Abhängigkeit von der Austrittstemperatur der Abgase aus der Gasturbine festgelegt werden. Die Abgastemperatur in dem nachgeschalteten Abgassystem kann hierdurch gesteuert werden.

In vorteilhafter Weiterbildung wird die Menge des zugeführten Kühlmittels in Abhängigkeit von der Abgastemperatur stromabwärts der Kühlmittelzufuhr geregelt. Durch diesen Regelkreis kann die Abgastemperatur optimal auf einem vorgegebenen Temperaturwert gehalten werden.

Es bietet sich an, als Kühlmittel ein Gas, insbesondere Luft oder Dampf zu verwenden. Gegebenenfalls können auch andere Gase als Kühlmittel zugeführt werden, die gleichzeitig zur Reduzierung von Schadstoffen in den Abgasen dienen.

Vorteilhaft wird bei der Verwendung von Luft als Kühlmittel die Luft auf Grund des statischen Unterdrucks stromabwärts der Gasturbine aus der Umgebung angesaugt. Zuführeinrichtungen für das Kühlmittel können entfallen, so daß die Herstellungs- und Wartungskosten sinken.

Bei einer Gasturbine der eingangs genannten Art wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in einem Übergangsbereich zwischen der Gasturbine und dem Abgassystem mindestens eine Öffnung zum Zuführen eines Kühlmittels zu den aus der Gasturbine austretenden Abgasen vorgesehen ist.

Die mindestens eine Öffnung erlaubt das Zuführen eines Kühlmittels und damit eine Absenkung der Austrittstemperatur der Abgase vor dem Eintritt in das nachgeschaltete Abgassystem. Hierdurch wird eine hohe Eintrittstemperatur des Gases in die Gasturbine und damit ein hoher Wirkungsgrad ermöglicht. Gleichzeitig erlaubt die erfindungsgemäß vorgesehene Temperaturabsenkung die Verwendung eines kostengünstigen Abgassystems oder die Weiterverwendung bereits bestehender Anlagen. Der Gesamtwirkungsgrad wird durch das Zuführen des Kühlmittels nicht verändert, wie obenstehend ausgeführt. Zahl und Größe der vorgesehenen Öffnungen richten sich nach dem konkret vorliegenden Anwendungsfall.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist die mindestens eine Öffnung im Eintritt eines der Gasturbine nachgeschalteten Diffusors angeordnet. Der Diffusor ist im Regelfall unmittelbar an das Austrittsende der Gasturbine angeschlossen. Die Abgasgeschwindigkeit ist hier relativ hoch, so daß eine zuverlässige Ansaugung des Kühlmittels auf Grund des statischen Unterdrucks gegeben ist. Darüber hinaus wird die Temperatur der Abgase unmittelbar nach dem Austritt aus der Gasturbine verringert, so daß praktisch keine Bauteile des nachgeschalteten Abgassystems auf sehr hohe Temperaturen ausgelegt werden müssen.

Vorteilhaft ist der freie Querschnitt und/oder die Anzahl der Öffnungen zur Festlegung der zugeführten Kühlmittelmenge veränderbar. Hierdurch kann eine Anpassung der zugeführten Kühlmittelmenge in Abhängigkeit von der Leistung der Gasturbine, der Austrittstemperatur der Abgase und/oder der Abgastemperatur stromabwärts der Kühlmittelzufuhr erfolgen.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist die mindestens eine Öffnung mit einem Düsenblech versehen. Das Düsenblech erhöht die Menge des zugeführten Kühlmittels je Öffnung und erlaubt somit eine zuverlässige Senkung der Abgastemperatur.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind einer oder mehrere Sensoren zur Messung der Abgastemperatur stromabwärts der Gasturbine vorgesehen. Diese Sensoren erlauben eine Messung der tatsächlich vorliegenden Abgastemperatur und somit eine optimale Festlegung der zugeführten Kühlmittelmenge.

Vorteilhaft ist mindestens ein Sensor stromabwärts der mindestens einen Öffnung zum Zuführen des Kühlmittels angeordnet. Hierdurch wird ein geschlossener Regelkreis geschaffen, der das genaue Einhalten einer vorgegebenen Abgastemperatur erlaubt.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in schematischer Weise in der Zeichnung dargestellt ist. Dabei zeigt:

**Fig. 1** ein schematisches Schaubild einer Gasturbine mit nachgeschaltetem Abgassystem;

**Fig. 2** eine schematische Darstellung des Übergangsbereichs zwischen der Gasturbine und dem Abgassystem;

**Fig. 3** einen Schnitt längs der Linie III-III in **Fig. 2**; und

**Fig. 4** einen Schnitt längs der Linie IV-IV in **Fig. 3**.

In **Fig. 1** ist schematisch eine Gasturbine **10** mit einem nachgeschalteten Abgassystem **11** dargestellt. Die Gasturbine **10** und das Abgassystem **11** werden in Strömungsrichtung **12** von einem Gas durchströmt. Das Gas tritt erhitzt und unter hohem Druck in die Gasturbine **10** ein und wird in dieser unter Abgabe von Energie auf einen niedrigen Druck entspannt. Anschließend strömen die aus der Gasturbine austretenden Abgase durch das Abgassystem **11**. Zur Verringerung der Abgastemperatur vor dem Eintritt in das Abgassystem **11** ist nach dem Austritt aus der Gasturbine **10** die Zufuhr eines Kühlmittels **13** vorgesehen.

In **Fig. 2** sind die Gasturbine **10** und ein Diffusor **15**, der Teil des Abgassystems **11** ist, näher dargestellt. In dem Übergangsbereich **14** zwischen der Gasturbine **10** und dem Diffusor **15** erfolgt die Zufuhr des Kühlmittels **13** mittels Öffnungen **16**, **17**. Die Öffnungen **16**, **17** sind mit Abstand zueinander am Umfang des Übergangsbereichs **14** angeordnet. Vorteilhaft wird als Kühlmittel **13** Luft verwendet, die wie angedeutet durch die Öffnungen **16**, **17** auf Grund des statischen Unterdrucks der strömenden Abgase eingesaugt wird.

Zur Ermittlung der Abgastemperaturen sind drei Sensoren **18**, **19**, **20** vorgesehen. Der erste Sensor **18** ist hierbei am Austrittsende der Gasturbine **10** angeordnet. Der zweite Sensor ist etwas stromabwärts der Öffnungen **16**, **17** für die Kühlmittelzufuhr **13** angeordnet, während der dritte Sensor **20** weiter stromabwärts vorgesehen ist. In Abhängigkeit von den Meßwerten der Sensoren **18**, **19**, **20** kann die Zufuhr des Kühlmittels **13** optimal festgelegt werden.

In der Querschnittsdarstellung gemäß **Fig. 3** sind schematisch mögliche Ausgestaltungen der Öffnungen **16**, **17** dargestellt. Beide Öffnungen **16**, **17** sind im wesentlichen zylindrisch ausgebildet. Die Öffnung **16** ist innenseitig mit einem Düsenblech **24** überdeckt. Das Düsenblech **24** erhöht die Menge der aus der Umgebung angesaugten Kühlluft und bewirkt eine zuverlässige Absenkung der Abgastemperaturen.

Eine mögliche Ausgestaltung als Düsenblech **24** ist in **Fig. 4** dargestellt. Das Düsenblech **24** ist als einseitig offene Hutze ausgebildet.

Die Auströmung erfolgt in Strömungsrichtung **12**. Durch das Umleiten der Abgase sinkt der statische Unterdruck, so daß mehr Kühlluft angesaugt wird.

Zur Veränderung des freien Querschnitts der Öffnungen **16**, **17** sowie zum vollständigen Freigeben oder Verschließen können Schieber **21**, **22** dienen, die in Umfangsrichtung **23** verschieblich im Übergangsbereich **14** angeordnet sind. Die Öffnung **16** ist teilweise von dem Schieber **21** verschlossen, während die Öffnung **17** vollständig freigegeben

ist. Die Lage der Schieber **21**, **22** bestimmt die Menge des zugeführten Kühlmittels.

Alternativ können die Schieber **21**, **22** auch in Richtung der Längsachse des Diffusors **15** verschieblich ausgebildet sein. Es kann ebenfalls ein ringförmiger Schieber vorgesehen sein, der seinerseits mit Öffnungen versehen ist.

Die Sensoren **18**, **19**, **20** und die Schieber **21**, **22** sind Teil eines nicht näher dargestellten Regelkreises, mit dem eine vorgegebene Abgastemperatur genau eingehalten werden kann.

Insgesamt wird mit dem Gegenstand der vorliegende Erfindung eine Steigerung des Wirkungsgrads von Gasturbinen ermöglicht, ohne daß teure und hochtemperaturfeste nachgeschaltete Abgassysteme erforderlich werden. Die Erfindung eignet sich sowohl für die Erstellung neuer Anlagen als auch für die Ertüchtigung von Altanlagen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine (**10**) mit einem nachgeschalteten Abgassystem (**11**), insbesondere mit einem Bypasskamin und einem Abhitzedampferzeuger, dadurch gekennzeichnet, daß den Abgasen zwischen der Gasturbine (**10**) und dem Abgassystem (**11**) ein Kühlmittel (**13**) zum Absenken der Temperatur der Abgase zugemischt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des zugeführten Kühlmittels (**13**) in Abhängigkeit von der Leistung der Gasturbinen (**10**) festgelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des zugeführten Kühlmittels (**13**) in Abhängigkeit von der Austrittstemperatur der Abgase aus der Gasturbine (**10**) festgelegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des zugeführten Kühlmittels (**13**) in Abhängigkeit von der Abgastemperatur stromabwärts der Kühlmittelzufuhr geregelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlmittel (**13**) ein Gas, insbesondere Luft oder Dampf verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die als Kühlmittel (**13**) dienende Luft auf Grund des statischen Unterdrucks stromabwärts der Gasturbine (**10**) aus der Umgebung angesaugt wird.
7. Gasturbine mit einem nachgeschalteten Abgassystem (**11**), insbesondere mit einem Bypasskamin und einem Abhitzedampferzeuger, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Übergangsbereich (**14**) zwischen der Gasturbine (**10**) und dem Abgassystem (**11**) mindestens eine Öffnung (**16**; **17**) zum Zuführen eines Kühlmittels (**13**) zu den aus der Gasturbine (**10**) austretenden Abgasen vorgesehen ist.
8. Gasturbine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Öffnung (**16**; **17**) im Eintritt einer der Gasturbine (**10**) nachgeschalteten Diffusors (**15**) angeordnet ist.
9. Gasturbine nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der freie Querschnitt und/oder die Anzahl der Öffnungen/Festlegung der Menge des zugeführten Kühlmittels (**13**) veränderbar ist.
10. Gasturbine nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Öffnung (**16**) mit einem Düsenblech (**24**) versehen ist.
11. Gasturbine nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß einer oder mehrere Sensoren (**18**, **19**, **20**) zur Messung der Abgastemperatur stromabwärts der Gasturbine (**10**) vorgesehen sind.

12. Gasturbine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Sensor (19, 20) stromabwärts der mindestens einen Öffnung (16; 17) zum Zuführen des Kühlmittels (13) angeordnet ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

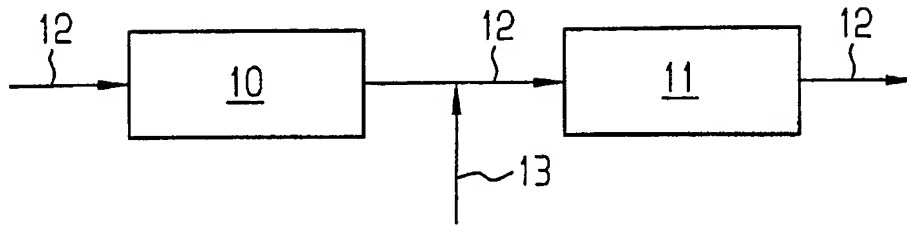


FIG 2

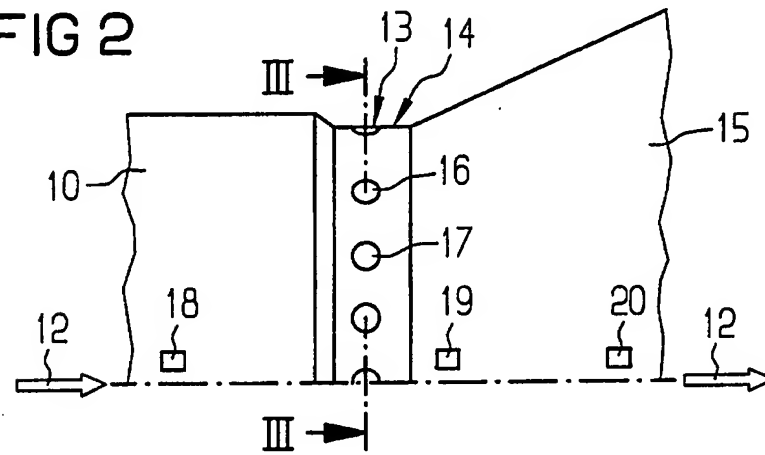


FIG 3

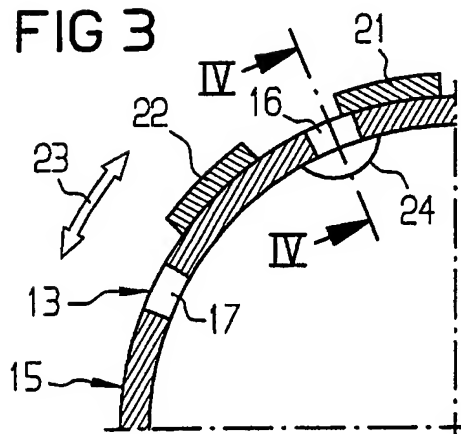
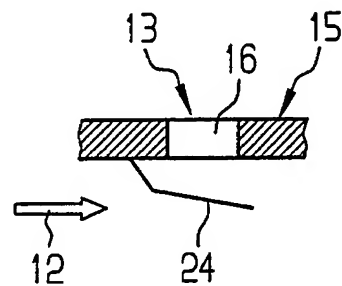


FIG 4



**Operation method for gas turbine with exhaust-gas system e.g. for electrical power generating plant**

**Patent number:** DE19845763  
**Publication date:** 1999-12-16  
**Inventor:** BAEHR SIEGFRIED (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
- **International:** F02C6/18; F02C7/12  
- **European:** F01D25/30B, F01K23/10  
**Application number:** DE19981045763 19981005  
**Priority number(s):** DE19981045763 19981005

**Abstract of DE19845763**

The method of operating a gas-turbine equipped with a waste- or exhaust-gas system (11) behind the turbine (10), and in which excessively high exhaust gas temperatures are avoided by mixing a coolant (13) with the exhaust gases between the gas turbine and the exhaust gas system in order to lower the temperature of the exhaust gas. Moreover, the total efficiency of the turbine and the waste-gas system remain practically unaffected by the addition of the coolant. The coolant is a gas, in particular air or steam.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide